



(19) RU (11) 2 085 925 (13) C1  
(51) МПК<sup>6</sup> G 01 N 25/66

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95111606/25, 20.07.1995

(46) Дата публикации: 27.07.1997

(56) Ссылки: 1. Авторское свидетельство СССР N 1806361, кл. G 01 N 25/66, 1993, 2.  
Авторское свидетельство СССР N 1744618, кл. G 01 N 25/66, 1992.

(71) Заявитель:  
Деревягин Александр Михайлович

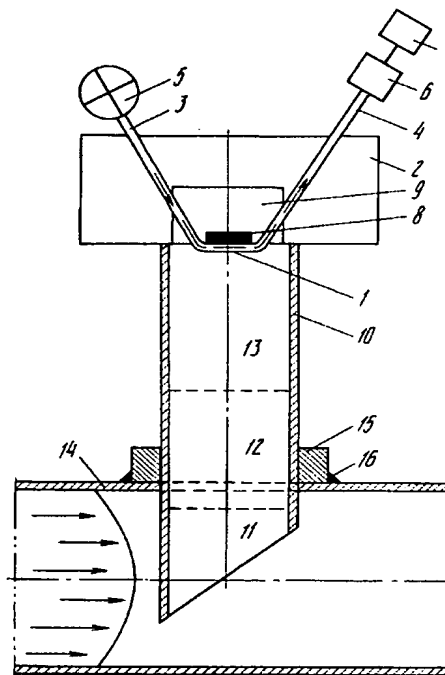
(72) Изобретатель: Деревягин А.М.,  
Губанов А.Г., Степанов А.Р., Селезнев С.В.

(73) Патентообладатель:  
Деревягин Александр Михайлович

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Использование: в измерительной технике, в частности для измерения влажности газов методом точки росы. Сущность изобретения: способ измерения точки росы заключается в охлаждении участка оптически прозрачного тела, через который пропускают световой поток, и регистрируют изменение интенсивности светового потока. Скорость подачи газа к охлаждаемому участку ограничивают до уровня, определяемого диффузией молекул газа. Измеритель точки росы содержит оптически прозрачное тело 1, соединенное с излучателем 5 и преобразователем светового потока 7, охладитель 9, датчик температуры 8 и прободоотборную трубку 10, укрепленную на корпусе охлаждаемого участка и установленную в направлении действия гравитационных сил. Отношение площади внутреннего сечения трубки S к площади поверхности охлаждаемого участка больше 5, а  $l^2/S > 25$ , где l - длина прободоотборной трубки. Торец трубки выполнен со скосом. 2с. и 1 з.п. ф-лы, 1 ил.



RU 2 085 925 C1

RU 2 085 925 C1

BEST AVAILABLE COPY

Изобретение относится в области измерительной техники в частности к измерению влажности газов методом точки росы и может быть использовано в конденсационных гигрометрах и индикаторах коррозионного конденсата.

Известен способ измерения точки росы, заключающийся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, через которое пропускают световой поток, регистрируют изменение интенсивности светового потока, по которому судят о наступлении точки росы (авт. св. СССР N 593127, кл. G 01 N 25/66, 1975).

Однако при использовании данного способа в конденсационных гигрометрах из-за загрязнения охлаждаемого зеркала значительно снижается надежность измерения.

Известно устройство для измерения точки росы, содержащее два световода со светопроводящей сердцевинкой, в зазоре между торцами которых установлено конденсационное зеркало, конденсационная поверхность которого покрыта несмазывающейся пленкой, охлаждающее устройство и регистратор точки росы, причем нижние части торцов световодов расположены в плоскости конденсационной поверхности (патент СССР N 1806361, кл. G 01 N 25/66, 15.01.90).

Однако при использовании этого устройства возможны загрязнения примесями зеркала, что снижает точность измерений.

По технической сущности наиболее близким к предлагаемому техническим решением является способ измерения точки росы, заключающийся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, через который пропускают световой поток, и регистрации изменения интенсивности светового потока, по которому судят о наступлении точки росы, а также реализованный в данном способе измеритель точки росы, содержащий охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, заключенный в корпусе и соединенный через световоды с излучателями и с преобразователем светового потока, подключенным к регистратору, охладитель и датчик температуры (авт. св. СССР N 1744618, кл. G 01 N 25/66, 06.06.89).

Недостатком известных технических решений является невысокая надежность из-за возможного загрязнения примесями исследуемого газа оптически прозрачного тела, в результате возможно возникновение ненужного слоя, который может привести к неточным измерениям и потере работоспособности.

Техническим результатом является уменьшение возможного загрязнения оптически прозрачного тела.

Для этого в способе измерения точки росы, заключающемся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, через который пропускают световой поток, и регистрации изменения интенсивности светового потока, по которому судят о наступлении точки росы, скорость подачи исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела ограничивают до нуля при сохранении диффузии его молекул к охлаждаемому участку оптически прозрачного тела, а

измеритель точки росы, содержащий охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, заключенный в корпусе и соединенный через световоды с излучателем и с преобразователем светового потока, подключенным к регистратору, охладитель и датчик температуры, снабжен пробоотборной трубкой, один конец которой укреплен на корпусе вокруг охлаждаемого участка оптически прозрачного тела, а другой установлен в направлении действия гравитационных сил, кроме того, отношение площади внутреннего сечения трубки к площади поверхности охлаждаемого участка оптически прозрачного тела превышает 5, а  $l^2/S > 25$ , где  $l$  длина пробоотборной трубки,  $S$  площадь ее внутреннего сечения. Пробоотборная трубка выполнена со скосом на другом конце и установлена скосом противоположно потоку исследуемого газа.

Сущность изобретения заключается в том, что создание вблизи охлаждаемого участка оптически прозрачного тела застойной зоны исследуемого газа перед пропуском светового потока за счет введения в измеритель точки росы пробоотборной трубки, ограничивающей скорость подачи газа до нуля, и осуществление регистрации изменения интенсивности светового потока за счет диффузии молекул исследуемого газа к охлаждаемому участку оптически прозрачного тела позволяют значительно уменьшить загрязнение охлаждаемого участка оптически прозрачного тела.

Сравнение предлагаемого способа и устройства с ближайшим аналогом позволяет судить о выполнении критерия "новизна", отсутствие отличительных признаков позволяет судить о выполнении критерия "изобретательский уровень", а результаты макетных испытаний свидетельствуют о возможности промышленного использования.

На чертеже представлена конструкция предлагаемого измерителя точки росы.

Способ измерения точки росы включает в себя подачу исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, через который пропускают световой поток, и регистрацию изменения интенсивности светового потока, по которому судят о наступлении точки росы. Особенностью предлагаемого способа является то, что перед пропуском светового потока через охлаждаемый участок оптически прозрачного тела образуют вблизи него застойную зону исследуемого газа путем ограничения скорости подачи газа до нуля, причем сохраняют диффузию молекул исследуемого газа к охлаждаемому участку оптически прозрачного тела.

Создание застойной зоны не позволяет различным примесям в газе оседать на поверхности охлаждаемого участка оптически прозрачного тела, а так как гравитационные силы действуют в противоположную сторону, то это способствует сохранению точности измерения точки росы и соответственно повышению надежности.

Устройство содержит охлаждаемый участок 1 оптически прозрачного тела, заключенный в корпусе 2 и соединенный через световоды 3 и 4 соответственно с излучателем 5 и преобразователем 6 светового потока, выход которого подключен к регистратору 7. В корпусе 2 установлены

датчик 8 температуры и охладитель 9. Устройство снабжено пробоотборной трубкой 10, один конец которой закреплен на корпусе 2 вокруг охлаждаемого участка 1 оптически прозрачного тела, а другой конец выполнен со скосом и установлен в направлении действия гравитационных сил. Пробоотборная трубка 10 установлена скосом противоположно потоку исследуемого газа и имеет три зоны 11 13 передачи молекул исследуемого газа к охлаждаемому участку 1.

Для работы устройство устанавливают в отверстии трубопровода 14, имеющего фланец 15, скрепленный с трубопроводом 14 при помощи стопорного соединения 16.

Пробоотборная трубка 10 установлена скосом противоположно потоку исследуемого газа, причем отношение площади  $S$  внутреннего сечения пробоотборной трубки 10 к площади  $S_k$  поверхности охлаждаемого участка 1 оптически прозрачного тела превышает 5, а  $l^2/S > 25$ , где  $l$  длина пробоотборной трубки 10,  $S$  площадь ее внутреннего сечения.

В качестве охлаждаемого участка 1 оптически прозрачного тела может быть использовано изогнутое оптическое волокно, а в качестве излучателя 5 - светодиод типа АЛ-107Б.

Измеритель точки росы работает следующим образом.

При помещении устройства в среду исследуемого газа или смеси газов последние поступают на конденсационную поверхность охлаждаемого участка 1 оптически прозрачного тела, в случае отсутствия в ней влажности на конденсационной поверхности конденсат не выделяется, и поток света от излучателя 5 по световоду 3 беспрепятственно проходит через охлаждаемый участок 1 и световод 4, попадает на вход преобразователя 6, но с выхода его на регистратор 7 ничего не поступает, что свидетельствует об отсутствии конденсата, и он не регистрирует температуру точки росы.

При наличии влаги в исследуемом газе на охлаждаемом участке 1 оптически прозрачного тела при определенной температуре образуется слой конденсата из мелкодисперсных капель шарообразной формы, имеющих диаметры, соизмеримые с диаметром сердцевины применяемого световода 3. За счет рассеивания светового потока поверхностями мелкодисперсных капель конденсата его интенсивность резко падает вплоть до полного рассеивания и непопадания в световод 4. При потере светового потока в результате рассеивания в охлаждаемом участке 1 оптически прозрачного тела преобразователь 6 выдает сигнал на регистратор 7, который и фиксирует наступление точки росы. Температуру охладителя 9 определяют по датчику 8 температуры, роль которого может играть термopа, подключенная к гальванометру. Измеренная температура точки росы может использоваться для определения гигрометрических параметров анализируемой газовой смеси или автоматизации технологического процесса, при котором образуется эта газовая смесь.

Натекание исследуемого газа на пробоотборную трубку 10 происходит с противоположной стороны от скоса, тем

самым обеспечивается защита от прямого попадания брызг, пыли и твердых частиц в зону датчика. В пробоотборной трубке 10 существуют три зоны 11 13 передачи молекул исследуемого газа к участку 1. Непосредственный обдув пробоотборной трубки 10 потоком газа вызывает турбулентные потоки внутри ее в зоне 11, которые переносят молекулы исследуемого газа, возможные примеси, аэрозоли и твердые частицы в зону 12. При этом энергия вихрей теряется и в зоне 12 движение газов имеет ламинарный характер, перенося газ в зону 13 диффузионного обмена молекул, наличие которой приводит к фильтрации аэрозолей и микропримесей, присутствующих в исследуемом газе, а аэрозоли и механические примеси достигают лишь зоны 12 ламинарных потоков, не проникая в диффузионную зону 13 вследствие воздействия на них гравитационных сил.

Если длина пробоотборной трубки 10 будет короче или равна сумме длин зон 11, 12, то турбулентные, а затем и ламинарные потоки принесут аэрозоли и микропримеси на конденсационную поверхность датчика и вызовут его загрязнение. Длина участков зон 11 и 12 зависит от размеров пробоотборной трубки 10 и скорости натекающего газа на скос пробоотборной трубки 10. Если пробоотборная трубка 10 цилиндрическая, то сумма длин зон 11 и 12 не превышает пяти диаметров, т. е. если длина трубки 10 короче пяти диаметров, то частицы и аэрозоли загрязнят зеркало и вызовут неисправность устройства.

Если пробоотборная трубка имеет в сечении не форму круга, то действует ограничение  $l^2/S > 25$ , где  $l$  длина пробоотборной трубки 10,  $S$  - площадь ее внутреннего сечения.

Для фиксации точки росы без переохлаждения конденсационной поверхности необходимо в прилегающем к поверхности пограничном слое анализируемого газа иметь необходимое количество слоев молекул воды.

Интенсивное рассеивание световой энергии дает такой слой молекул воды, который в три раза превышает длину волны светового потока. Учитывая, что число молекул воды в сплошном монослое на 1 см конденсационной поверхности  $0,87 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ , диаметр молекул  $\text{H}_2\text{O}$  равен 0,348 нм, а длина волны световой энергии, введенной в оптически прозрачное тело, составляет 900 нм, не трудно определить, что необходимое количество слоев молекул воды для устойчивой фиксации температуры конденсации примерно равно 3000, при этом количество молекул воды, которое должно быть в прилегающем к конденсационной поверхности пограничном слое анализируемой среды, составляет  $2,6 \cdot 10^{19}$  (при площади конденсационной поверхности  $S_k$  1 см<sup>2</sup> охлаждаемого участка 1 оптически прозрачного тела).

Конденсация молекул воды в диффузионной зоне приводит к диффузии из зоны ламинарных потоков того же количества молекул, которые сконденсировались.

Следовательно, за время  $t$  на конденсационной поверхности образуется необходимое количество слоев молекул воды

RU 2085925 C1

для устойчивой фиксации температуры конденсации за счет диффузионных потоков.

Количество массы  $m$ , перенесенной за время  $t$  за счет диффузии

$$m = D \cdot \frac{dp}{dx} \cdot S \cdot t,$$

где  $m$  масса влаги;

$D$  коэффициент диффузии;

$S$  площадь поверхности, через которую проходит диффузия, т.е. внутреннего сечения пробоотборной трубки;

$t$  время переноса;

$\frac{dp}{dx}$  градиент плотности (концентрации).

Отсюда отношение  $\frac{S}{S_k}$  должно быть

больше 5. При отношении меньше 5 возникают погрешности измерения.

Таким образом, в предлагаемом способе и устройстве обеспечены высокая надежность и точность измерения за счет исключения загрязнения.

### Формула изобретения:

1. Способ измерения температуры точки росы, заключающийся в подаче исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, через который пропускают световой поток, и регистрации изменения

интенсивности светового потока, по которому судят о наступлении температуры точки росы, отличающийся тем, что скорость подачи исследуемого газа на охлаждаемый участок оптически прозрачного тела ограничивают до уровня, определяемого диффузией его молекул.

2. Измеритель температуры точки росы, содержащий охлаждаемый участок оптически прозрачного тела, заключенный в корпусе и соединенный через световоды с излучателем и с преобразователем светового потока, подключенным к регистратору, охладитель и датчик температуры, отличающийся тем, что он снабжен пробоотборной трубкой, один конец которой укреплен на корпусе охлаждаемого участка оптически прозрачного тела, а другой конец установлен в направлении действия гравитационных сил, причем отношение площади внутреннего сечения пробоотборной трубки к площади поверхности охлаждаемого участка оптически прозрачного тела превышает 5, а  $l^2 / S > 25$ , где  $l$  длина пробоотборной трубки,  $S$  площадь ее внутреннего сечения.

3. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что пробоотборная трубка выполнена со скосом на другом конце и установлена скосом противоположно потоку исследуемого газа.

RU 2085925 C1